

A z ő s z i b ú z a s z á r a z a n y a g - f e l h a l m o z ó d á s á n a k , v a l a m i n t t á p a n y a g f e l v é t e l é n e k t a n u l m á n y o z á s a s z a b a d f ö l d i k í s é r l e t b e n

LÁSZTITY BORIVÓJ és KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A növény növekedése és fejlődése számos belső és külső tényezőtől függ. A táplálkozásnak már a 2—3 leveles stádiumban döntő kihatása van a későbbi termésképzésre, ugyanis már ekkor befolyásolja a bokrosodást és ezzel a kalászt hozó száraz számának alakulását. Tehát már ebben a korai stádiumban elkövetett mulasztások a tápanyagellátásban, olyan terméscsökkenést idézhetnek elő, amelyet a későbbi bőséges táplálkozás sem tud már jóvátenni [1, 2, 5, 8, 9, 13].

PRIMOST [10] az őszi búza tápanyagfelvételét tanulmányozva megállapítja, hogy a legintenzívebb tápanyagfelvétel időben egybeesik a szárba indulás kezdete és a kalászosítás közötti maximális vegetatív növekedés szakaszával. A N- és a P-felvételének görbéje követi a szárazanyag-képzés ütemét, míg K-felvétele korábbi fejlődési stádiumban tetőzik és az aratásig jelentős csökkenés figyelhető meg a földfeletti növényi rész K-tartalmában.

SHARMA és RAJAT, DE [14] az N- és P-műtrágyázás hatását tanulmányozva a búza szárazanyag-felhalmozódására és NP-felvételére, azt tapasztalta, hogy a tápanyagfelvétel a kezdeti szakaszban, míg a szárazanyag-felhalmozódás ezt követően a legintenzívebb. Továbbá megállapítja, hogy az N 120 kg/ha felett csökkenti a növények P-tartalmát.

SCHARRER és MENGEL [13] a zab szárazanyag-termés alakulását az idő függvényében, 15 mintavételi pont alapján ábrázolta. MENGEL [8] később megállapítja, hogy az egyéves növényekben a szárazanyag gyarapodása a vegetáció alatt „S” görbét ír le. Az első fiatalkori stádiumban a növekedés mértéke csekély, majd emelkedik és a szárba induláskor éri el maximumát. A generatív szakaszban fokozatosan lelassul a növekedés, míg végül az érés idejére nulla lesz. A tápanyagigény a szárba indulás és a virágzás idején a legnagyobb.

A növények ásványi tápelemtartalma bizonyos fokig az adott növény tápelemigényét is tükrözi. A növények tápelemfelvétele ugyanis nem passzív, a tápanyagfelvétel nem követi mechanikusan a gyökereket körülvevő oldat tápanyagviszonyait. Ha pl. különböző növényeket ugyanazon a tápoldaton vagy talajon termesztünk, összetételük különböző, az adott növényi fajra jellemző lesz, bizonyos ingadozástól eltekintve.

A növényi tápanyagfelvétel adatai iránymutatóul szolgálhatnak a műtrágyaigény tervezéséhez, hisz tápanyag-gazdálkodásunk alapvető célja a talaj termékenységének megőrzése, amely a növény által kivont tápelemek szakszerű visszapótlását jelenti a növényi tápanyagforgalom ismerete alapján.

Tápanyagokkal jól ellátott talajokon általában megelégszünk a felvett tápelemek többé-kevésbé egyszerű visszajuttatásával (fenntartó trágyázás), míg tápanyagszegény talajainkon ezen túlmenően talajgazdagító tápanyag-gazdálkodást (feltöltő trágyázás) kell folytatnunk.

Viszonylag kevés adattal rendelkezünk azonban arra vonatkozólag, hogy a mai termesztési viszonyok között — nagy termőképességű fajták, intenzív és rendszeres műtrágyázás stb. — miképpen is alakul az 1 ha szántóról a növények által évente felvett főbb tápláló anyagok mennyisége. Az összes felvett tápanyagok ismeretén túl különös érdeklődésre tarthat számot a szárazanyag-felhalmozódás, valamint a tápanyagfelvétel dinamikájának vizsgálata a tenyészidő alatt. A növényeknek ugyanis a talaj tápanyag-ellátottságával szembeni igénye különböző az egyes fenofázisokban.

Vizsgálataink célja, hogy adatokat szolgáltatassunk az őszi búza szárazanyag-felhalmozódása és tápanyagfelvételének jellemzéséhez a legfontosabb három makrotápelemnél. Tekintettel arra, hogy a talaj tápanyagállapota a növényi tápanyagfelvételt és ezen keresztül a szárazanyag-produkciót is jelentősen befolyásolhatja, ezért munkánkban olyan szabadföldi trágyázási kísérletre támaszkodtunk, ahol ez utóbbi tényező szárazanyag- és tápanyagfelhalmozódást módosító szerepét is figyelembe vehettük.

Kísérleti rész

Szabadföldi kísérletünket 1975 őszén állítottuk be egy Duna—Tisza közti karbonátos homok talajon, az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete Órbottyán melletti kísérleti telepén, véletlen blokk elrendezésben, 4 ismétlésben. A kísérleti terület talaja humuszos (1,2%), közepesen meszes (1—5% CaCO_3 , könnyen oldható káliummal (5—8 mg%) és foszforral (7—10 mg%) gyengén közepesen ellátott homok (leiszapolható rész 10—15%).

A táj éghajlata kontinentális jellegű, a lehullott csapadék sokévi átlaga 500 (a tenyészidőszak alatt 400—420) mm körül ingadozik. Mind a csapadék mennyiségét, mind annak megoszlását tekintve megállapíthatjuk, hogy a gazdasági évben viszonylag kedvező feltételek jöttek létre az őszi búza fejlődése számára. A csapadék mennyisége a tenyészidő folyamán jelentősen meghaladta a sokévi átlagot és így a kontroll parcellák termése is kielégítő, 38 q/ha (86% sz.a.) körüli szemtermést adott.

Kísérletünkben az üzemi termelésben szokásos agrotechnikát alkalmaztuk gépi vetéssel és kombájn betakarítással. Jelzőnövényként a hazai köztermesztésben is elterjedt Jubilejnaja 50 intenzív szovjet búzafajta szolgált. Egységes N_{200} kg/ha N műtrágyázás mellett szokásos adagú $\text{P}_{50}\text{K}_{100}$, illetve $\text{P}_{100}\text{K}_{200}$ foszfor és kálium műtrágyázást adtunk, valamint $\text{P}_{500}\text{K}_{500}$, illetve $\text{P}_{1000}\text{K}_{1000}$ kg/ha hatóanyagok felhasználásával feltöltő trágyázást végeztünk, hogy az eredetileg foszforral és káliummal gyengén-közepesen ellátott talajokon is egy év alatt „közepes” vagy „jó” ellátottságú parcellákat nyerjünk.

APK-műtrágyákat és a N felét őszi szántás előtt, a N másik felét tavasszal fejtrágyaként jutattuk a talajba. Műtrágyaként 25%-os pétisó, 18%-os szuperfoszfát és 40%-os kálisó szolgált. A talajvizsgálatok céljaira a kísérlet beállításakor, valamint aratás után, parcellánként 20—20 pontminta egyesítésével átlagmintákat vettünk. Az analíziseket AL-módszerrel [12] parcellánként végeztük és az eredményeket variancia-analízissel értékeltük.

A tenyészidő folyamán bokrosodáskor, szárba induláskor, kalászoláskor és virágzásban, parcellánként 4—4 folyóméter földfeletti növényi anyag felhasználásával mintavételezést végeztünk. Aratáskor hasonlóképpen 4—4 folyóméter növényi anyagból parcellánként mintakévet vettünk a szem/szalma arány, valamint a fő- és melléktermék beltartalmi vizsgálataihoz. A növényi mintákban meghatároztuk az N, P, K% tartalmakat és a súlyukat is megmértük. A növényelemzés adatai minden esetben elemi N, P, és K-tartalmakat jelölnek.

A kísérleti eredmények megvitatása

A PK-műtrágyázás egy év alatt is jelentősen megváltoztatta a talaj tápanyagviszonyait. A könnyen oldható P_2O_5 -tartalom a 10 mg% körüli kiindulási értékről a maximális P-adag hatására megduplázódott és így a „jól” ellátott tartományba emelkedett. A K-műtrágyázással az AL-oldható K_2O -tartalom 5,6 mg%-ról több mint kétszeresére, 12 mg% fölé emelkedett és így a „közepesen” ellátott tartományba került. A talaj PK-tartalmának emelkedése gyorsütemű és erősen szignifikáns (1. táblázat).

Ugyanezen a talajon végzett korábbi kísérletünkben azt tapasztaltuk, hogy a műtrágyaszórás követő első évben vett talajminták vizsgálati adatai szerint a bevitt műtrágya tápanyagainak csak egy része maradt AL-oldható formában, míg a P és K nagyobbik része nehezen oldható, e módszerrel ki nem

1. táblázat

A talaj AL-oldható PK-tartalmának alakulása az egyes kezelésekben
(Mintavétel 1976. aratás után)

(1) Talajba adott kg/ha			P_2O_5 mg%		K_2O mg%	
N	P_2O_5	K_2O	(2) Talált	(3) Többlet	(2) Talált	(3) Többlet
200	—	—	10,0	—	5,6	—
200	50	100	9,6	— 0,4	6,6	1,0
200	100	200	11,9	1,9	8,0	2,4
200	500	500	16,0	6,0	9,0	3,4
200	1000	1000	20,3	10,3	12,4	6,8
SzD ₆ %			4,4	4,4	0,8	0,8

mutatható vegyületekké alakult a talajban [4, 6]. Az 1. táblázat N-kontroll parcelláihoz viszonyított AL—PK-többletei arról tanúskodnak, hogy a talaj AL— P_2O_5 -tartalmának 1 mg%-kal történő emelkedéséhez mintegy 100 kg P_2O_5 , míg az AL— K_2O hasonló mértékű emelkedéséhez megközelítően 140—150 kg K_2O /ha adagra volt szükség az elméletileg várható 30 kg/ha körüli P_2O_5 , illetve K_2O helyett. Megemlíthetjük, hogy hasonló nagyságrendű „vesztéseket” tapasztaltunk meszes csernozjomon [3, 11], valamint savanyú barna erdőtalajon [7] is.

Az őszi búza szárazanyag-felhalmozásáról a 2. táblázat tájékoztat az idő, valamint a PK-trágyázás függvényében. Az egyes fenofázisokban vett növény-minták szárazanyag-súlya jól jellemzi a növény fejlődésének mennyiségi viszo-

2. táblázat

**Az őszi búza szárazanyag-felhalmozása a tenyészidő folyamán
(Száras anyag q/ha, 1976)**

(1) Talajba adott kg/ha			(2) Zöld növény				(3) Aratás VII. 10.		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	(4) Bokrosodás IV. 20.	(5) Szárb indulás V. 10.	(6) Kalászás V. 29.	(7) Virágzás VI. 18.	(8) Szem	(9) Szalma	(10) Összes
200	—	—	5,0	26,9	30,0	55,9	33,9	30,9	64,9
200	50	100	4,9	26,9	42,0	65,1	39,5	36,8	76,3
200	100	200	4,9	28,6	45,4	70,4	38,4	35,9	74,3
200	500	500	4,9	31,0	47,1	69,7	39,5	38,1	77,6
200	1000	1000	5,6	29,1	46,4	70,1	40,9	36,7	77,7
SzD ₅ %			0,8	3,7	5,4	7,4	7,3	7,1	12,5
Átlag			5,1	28,5	42,2	66,2	38,4	35,7	74,2
%			7	38	57	89	52	48	100

nyait. A mintavételek között eltelt idő 19—22 nap között ingadozik, átlagosan 20 nap, tehát közel azonos, míg a képződött szárazanyag-különbségek 24—14—24—8 q/ha között ingadoztak a bokrosodás és az aratás között. Az abszolút mennyiségeket tekintve a mintavételek közötti idő alatt a legtöbb száraz anyag a szárb induláskori és a virágzáskori szakaszban képződött (24—24 q/ha). A legkisebb növekedés pedig az érés idejére esett, 8 q/ha felhalmozást mutatva. A szem és a szalma + pelyva közel fele-fele arányban hordozója az összes szárazanyag-produkciónak.

A kezelés átlagok szárazanyag-felhalmozódás adatainak elemzéséből (1. ábra) megállapítható, hogy a felhalmozás az aratásig tart és az említett ingadozások ellenére általában kiegyenlített a vegetáció folyamán. A növény növekedése és fejlődése szempontjából azonban minőségileg eltérő szakaszokról van szó. Így pl. aratásig felhalmozott mintegy 74 q/ha szárazanyag 31%-a április 20. és május 10. között képződött amikor a növénykéek gyökérrendszere még viszonylag fejletlen és nem hatol mélyre a talajban. Több mint ötszöröse sikerült növelni a szárazanyag mennyiségét a 20 nappal korábbi állapothoz képest. Nem véletlen ezért, hogy a környezeti feltételekkel (víz, tápanyag, stb.) szemben támasztott igény is ekkor a legnagyobb, szabadföldön éppen a szárb indulás idején figyelhetünk meg nagy tápanyaghatásokat (különösen P-hatásokat), amelyek a későbbi fejlődés folyamán gyakran eltűnnek, kiegyenlítődnek. A fejlődés későbbi stádiumaiban a szárazanyag-többletek növekedése az egyes mintavételi idők között mindössze 12—57%, amely abszolút értékben 8—22 q/ha mennyiséget tett ki.

Ami a PK-kezelések szárazanyag-felhalmozódást módosító hatásait illeti megállapítható, hogy a talaj PK-ellátottsága növelte a száraz anyag produkcióját, azonban a felhalmozás általános menetét lényegesen nem változtatta meg.

A légszáraz súlyra számított N% tartalomban — tekintettel arra, hogy a N-trágyázás az egész kísérletben egységes volt — szignifikáns változásokat a műtrágyázási kezelések hatására nem sikerült kimutatni. Általános tendenciaként megfigyelhetjük az összes N-tartalom csökkenését a tenyészidő folyamán. A N% a szárb induláskor 36, kalászáskor 56, virágzáskor pedig 68%-kal

3. táblázat

Az őszi búza átlagos N% tartalma és felvétele a tenyésztő folyamán, 1976

(1) Talajba adott kg/ha			(2) Zöld növény				(3) Áratás VII. 10.		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	(4) Bokrosodás IV. 20.	(5) Szárba indulás V. 10.	(6) Kalászás V. 29.	(7) Virágzás VI. 18.	(8) Szem	(9) Szalma	(10) Összes
N%*									
Átlag			4,32	2,76	1,91	1,37	2,31	0,82	1,59
%			100	64	44	32	53	19	37
N* kg/ha									
200	—	—	24,9	87,9	82,8	85,0	90,9	30,5	121,5
200	50	100	26,2	91,8	91,4	107,3	103,4	30,8	134,2
200	100	200	25,5	98,3	107,3	114,0	104,0	38,2	142,2
200	500	500	24,2	96,2	109,3	112,4	107,6	39,0	146,6
200	1000	1000	26,3	91,0	102,4	115,8	108,4	32,0	140,5
SzD _s %			6,8	19,7	17,3	16,2	16,1	6,6	20,9
Átlag			25,4	93,0	98,6	106,9	102,9	34,1	137,0
%			19	68	72	78	75	25	100

* 86% száraz anyagra számítva

volt kisebb, mint a bokrosodás idején (3. táblázat). Az aratáskori földfeletti növény N-tartalma ismét enyhén emelkedett a virágzáskori állapothoz viszonyítva (2. ábra).

A nitrogén felvétel adatai (3. táblázat) arról tanúskodnak, hogy a szárba szökés idején megfigyelt szárazanyag-termelés 5,6-szoros növekedésével az összes földfeletti növény N-tartalma is mintegy 3,7-szeresére emelkedett. A kalászás és a virágzás idején a N-felvétele erősen lecsökkent, de az utolsó generatív szakaszban épült be az összes N-mintegy 22%-a. A PK-trágyázás és a talaj PK-ellátottság hatása a N-felvétele megbízhatóan kimutatható.

A P-tartalom dinamikája a N-tartalommal analóg képet mutatott, a P% fokozatosan csökkent a tenyésztő folyamán. Ez a csökkenés virágzáskor már 57%-ot tett ki a bokrosodáskori átlaghoz viszonyítva, majd az aratáskori földfeletti növény P%-a ismét enyhén emelkedett, a virágzás idejéhez képest. A P elsősorban a szemben dúsult fel, míg a szalma P-tartalma a bokrosodáskorinak mindössze 1/5-e volt. A PK-műtrágyázás minden fenofázisban jelentősen növelte a P% tartalmakat. Ez a növekedés a zöld növényben mintegy 34—38%, a maximális adagú kezeléshez viszonyított PK-kontroll %-ában, míg az aratás idején csupán 21—25% (4. táblázat).

Az 1 ha-ra számított — a növényvel kivont — elemi P mennyisége a tenyésztő folyamán emelkedett és maximumát az aratáskor érte el. Különösen szembetűnő azonban a szárba szökés szakasza, ahol az összes felvett P 54%-át, a N-hez hasonlóan mintegy felét, vették fel a növények. A generatív fázisban épült be az összes foszfor közel 20%-a. A tenyésztő alatt felvett foszfornak 4/5-ét a szemben és 1/5-ét a szalmában találjuk. A N- és P-mérleg felállításánál tehát elsősorban a szem tápanyagtartalmát kell figyelembe vennünk, míg a szalma durvább becsléseknél — vagy ha a táblán marad — elhanyagol-

4. táblázat

Az őszi búza P% tartalmának, valamint a felvett P mennyiségének változása a tenyészidő folyamán, 1976.

(1) Talajba adott kg/ha			(2) Zöld növény				(3) Aratás VII. 10.		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	(4) Bokrosodás IV. 20.	(5) Szárba indulás V. 10.	(6) Kalászolás V. 29.	(7) Virágzás VI. 18.	(8) Szem	(9) Szalma	(10) Összes
P %*									
200	—	—	0,37	0,32	0,19	0,17	0,28	0,08	0,19
200	50	100	0,41	0,34	0,20	0,17	0,30	0,06	0,19
200	100	200	0,41	0,36	0,23	0,18	0,30	0,08	0,20
200	500	500	0,50	0,39	0,26	0,19	0,35	0,11	0,23
200	1000	1000	0,51	0,43	0,26	0,23	0,35	0,10	0,23
SzD ₅ %			0,07	0,04	0,02	0,02	0,03	—	—
Átlag			0,44	0,37	0,23	0,19	0,32	0,09	0,21
%			100	84	52	43	73	20	48
P kg/ha									
200	—	—	2,2	10,1	8,6	11,1	11,6	2,9	14,6
200	50	100	2,4	11,1	9,7	13,0	13,5	2,6	16,5
200	100	200	2,3	12,0	12,1	14,6	13,2	3,3	16,9
200	500	500	2,9	14,3	14,1	15,6	15,9	4,9	21,0
200	1000	1000	3,4	14,7	14,3	18,7	16,5	4,3	21,0
SzD ₅ %			0,7	2,0	1,2	2,3	2,2	0,7	2,7
Átlag			2,6	12,4	11,8	14,6	14,1	3,6	18,0
%			14	69	66	81	78	20	100

* 86% száraz anyagra számítva

ható. A PK-műtrágyázás a fenofázisok mindegyikében jelentősen, átlagosan 50%-kal növelte a felvett P mennyiségeit a maximális PK-adagú parcellákon. A növekedés mértékét tekintve ez a zöld növényben közel 60; az aratáskori szemben 42; míg a szalmában 48%-ot tett ki. A zöld növény, valamint a szalma tehát jobban jelezte a talaj P-ellátottságának változását, mint a generatív szem (4. táblázat).

Az aratáskori K-tartalom — az irodalmi adatokkal megegyezően — mindössze 22%-a a bokrosodás idején mért koncentrációnak. A korábban taglalt N esetén ez az érték 37%, a P esetén pedig 48% volt, tehát a százalékos K-tartalom hígulása a legkifejezettebb a tenyészidő alatt, ezt követi a N, majd a P. Különösen lecsökkent a szem K-tartalma, amely a bokrosodáskorinak 1/10-e, ugyanakkor a szalma a szemhez viszonyítva jelentősen feldúsult. A PK-műtrágyázás minden fenofázisban bizonyíthatóan növelte a K% tartalmakat. Ez a növekedés a zöld növényben 60%, a szalmában pedig 30% körüli, míg a szemben gyakorlatilag nincs nagyobb mérvű változás (5. táblázat).

A K-tartalom említett igen erős hígulása a tenyészidő alatt nem magyarázható teljesen a szárazanyag-termelés növekedésével. Amint a K-felvétel adatai mutatják, a szárba szökés alatt már elérte maximumát a növény földfeletti tömegével kivont K mennyisége és aratásig lassú — mintegy 30%-os —

5. táblázat

Az őszi búza K% tartalmának, valamint a felvett K mennyiségének változása a tenyészidő folyamán, 1976.

(1) Talajba adott kg/ha			(2) Zöld növény				(3) Aratás VII. 10.		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	(4) Bokrosodás IV. 20.	(5) Szárba indulás V. 10.	(6) Kalászosítás V. 29.	(7) Virágzás VI. 18.	(8) Szem	(9) Szalma	(10) Összes
K %*									
200	—	—	2,81	1,97	1,17	0,79	0,34	1,17	0,71
200	50	100	3,34	2,48	1,38	0,81	0,35	0,97	0,64
200	100	200	3,33	2,77	1,78	0,99	0,34	1,29	0,80
200	500	500	4,15	2,96	1,97	1,00	0,38	1,49	0,92
200	1000	1000	4,08	3,27	2,03	1,15	0,36	1,53	0,92
SzD ₅ %			0,59	0,37	0,21	0,15	0,03	—	—
Átlag			3,54	2,69	1,67	0,95	0,35	1,29	0,80
%			100	76	47	27	10	36	22
K kg/ha									
200	—	100	16,5	62,0	51,8	51,7	13,4	42,0	53,6
200	50	200	19,6	79,7	68,5	62,0	15,8	41,5	57,3
200	100	500	18,9	92,5	94,4	81,7	15,1	53,9	69,0
200	500	1000	24,0	107,6	109,0	81,9	17,2	66,1	82,8
200	1000		26,2	111,9	110,2	93,7	17,3	65,4	82,8
SzD ₅ %			6,0	16,1	13,8	10,8	2,5	10,3	13,1
Átlag			21,0	90,7	86,8	74,2	15,8	53,8	69,1
%			30	131	126	107	23	78	100

* 86% száraz anyagra számítva

csökkenés regisztrálható. A K felvétele tehát a szárba szökéssel gyakorlatilag megszakad, a továbbiakban pedig a növény abszolút értelemben is K-ot veszít. Mint ismeretes, az egy vegyértékű K⁺-ion igen könnyen kimosódhat a levelekből, visszakerülhet a talajba. Az aratáskori K mintegy 1/4–1/5-e található csak a szemben (5. táblázat).

A PK-műtrágyázás K-felvételt módosító hatása kifejezett. A zöld terméssel felvett K mennyisége közel megkétszereződik a maximális PK-szinten, míg a szalmában ez a növekedés 56, szemben pedig 29%-ot tett ki. A talaj növekvő tápanyagkínálata tehát jelentős luxusfogyasztáshoz vezetett a növényben, amely különösen a zöld részekben és a szalmában jelentkezett (5. táblázat).

Mint ismeretes, a növények harmonikus fejlődésükhöz nemcsak a tápelemek optimális koncentrációját, hanem azok kiegyenlített arányát is igénylik. Az átlagos bokrosodáskori N/P arány a 10-körűl értékről virágzás idejére 7,2-re süllyed, tehát a N túlsúly enyhén csökkent az idő függvényében a növényben. A szem N-tartalma a P-tartalom 7,2-szerese, a szalmában pedig 9,1-szeres a N túlsúly. A PK-trágyázás a P-felvétel növelés útján az N/P arányokat minden esetben szűkítette, átlagosan 20–30%-kal (6. táblázat).

A bokrosodáskori P-hoz viszonyított átlagos 8-szoros K túlsúly az aratás idejére 3,8-ra módosult. Ez a jelenség a P- és K-felvétel már taglalt sajátosságai-

6. táblázat

Az őszi búza N/P, K/P, illetve N/K arányainak változása
a tenyészidő folyamán, 1976.

(1) Talajba adott kg/ha			(2) Zöld növény				(3) Aratás VII. 10.		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	(4) Bokrosodás IV. 20.	(5) Szárba indulás V. 10.	(6) Kalászosítás V. 29.	(7) Virágzás VI. 18.	(8) Szem	(9) Szalma	(10) Összes
N/P arány									
200	—	—	11,4	8,6	9,7	7,6	8,2	10,6	8,5
200	50	100	10,9	8,4	9,2	8,2	7,6	12,0	7,9
200	100	200	10,9	8,1	8,6	7,7	7,8	11,2	8,2
200	500	500	8,4	6,8	7,6	7,3	6,7	8,0	7,0
200	1000	1000	8,3	6,2	7,2	6,1	6,6	7,5	6,8
Átlag			9,8	7,5	8,3	7,2	7,2	9,1	7,6
%			100	77	85	73	73	93	78
K/P arány									
200	—	—	7,6	6,2	6,2	4,6	1,2	14,6	3,7
200	50	100	8,1	7,3	6,9	4,8	1,2	16,2	3,4
200	100	200	8,1	7,7	7,7	5,5	1,1	16,1	4,0
200	500	500	8,3	7,6	7,6	5,3	1,1	13,5	4,0
200	1000	1000	8,0	7,6	7,8	5,0	1,0	15,3	4,0
Átlag			8,0	7,3	7,3	5,0	1,1	14,3	3,8
%			100	91	91	62	14	179	48
N/K arány									
200	—	—	1,5	1,4	1,6	1,6	6,8	0,7	2,3
200	50	100	1,3	1,2	1,3	1,7	6,5	0,7	2,4
200	100	100	1,3	1,0	1,1	1,4	6,9	0,7	2,1
200	500	500	1,0	0,9	1,0	1,4	6,2	0,6	1,8
200	1000	1000	1,0	0,8	0,9	1,2	6,4	0,5	1,7
Átlag			1,2	1,0	1,1	1,4	6,6	0,6	2,0
%			100	83	92	117	550	50	1,6

ból adódik. A szemben az elemi K- és P-tartalom majdnem kiegyenlítődik, ugyanakkor a szalma K túlsúlya 14-szeresére nő. A PK szintek gyakorlatilag nem módosították e két elem arányát, mert mindkét elem felvétele megközelítően azonos mértékben változott a kezelésekre hatására (6. táblázat).

A fejlődés korai szakaszaiban a növények N- és K-koncentrációja közel azonos, később azonban a növekvő mértékű K hígulás eredményeképpen az N/K aránya aratás idejére duplájára tágu, a N túlsúlya megkétszereződik. Ez a N túlsúly a szemben 6,6; míg a szalmában 0,6-szorosa a káliummal szemben. A maximális adagú PK-trágyázás a PK-kontrollhoz viszonyítva mintegy 1/3-ával csökkentette a N túlsúlyát a növényben az egész tenyészidőszak alatt (6. táblázat).

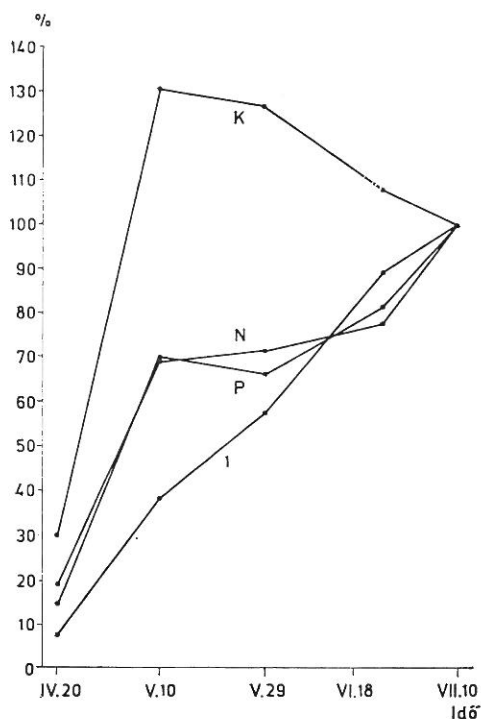
A 10 q szem és a hozzátartozó melléktermék szalma fajlagos NPK-tartalmát a 7. táblázatban mutatjuk be. Az elemi PK-tartalmak mellett feltüntettük a hagyományos P₂O₅, illetve K₂O értékeit is zárójelben, tekintettel a műtrágyázási szaktanácsadásban elfogadott közlési módra. A maximális PK-

7. táblázat

Az őszi búza fajlagos NPK-tartalmának alakulása trágyázás hatására aratáskor
(A 10 q légszáraz szem és a hozzá tartozó melléktermék szalma tápanyagtartalma)

(1) Talajba adott, kg/ha			(2) Növény által felvett, kg/ha				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	(P ₂ O ₅)	K	(K ₂ O)
200	—	—	31,5	3,8	(8,6)	13,9	(16,7)
200	50	100	29,8	3,7	(8,4)	12,7	(15,3)
200	100	200	32,5	3,9	(8,8)	15,8	(19,0)
200	500	500	32,6	4,7	(10,7)	18,4	(22,2)
200	1000	1000	30,2	4,5	(10,3)	17,8	(21,4)
Átlag			31,3	4,1	(9,4)	15,8	(19,0)

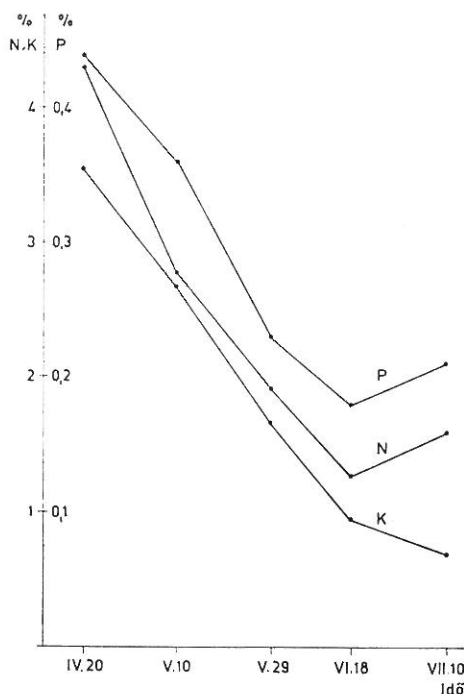
műtrágyázás a fajlagos N-felhasználást gyakorlatilag nem módosította, míg a P- és K-felhasználásban 20–25%-os növekedést figyelhetünk meg. Az elemi NPK-tartalmakban a fajlagos N : P : K aránya megközelítően 8 : 1 : 4 az aratáskori összes földfeletti növényt tekintve.



1. ábra

Az őszi búza szárazanyag (1) felhalmozása és NPK felvétele a tenyészidő folyamán.
(A betakarításkori mennyiség %-ban).

Vízszintes tengely: Bokrosodás IV. 20.; Szárbaindulás V. 10.; Kalászkodás V. 29.; Virágzás VI. 18.; Aratás VII. 10.



2. ábra

Az őszi búza N, P és K % tartalmának változása a tenyészidő folyamán (86% szárazanyagra számítva).

Összefoglalás

Szabadföldi műtrágyázási kísérletben vizsgáltuk az őszi búza szárazanyag-felhalmozását és tápanyagfelvételét a tenyészidő folyamán, eltérő PK-műtrágyázási szinteken. Jelvónövényül a Jubilejnaja 50 intenzív szovjet fajta szolgált. A növény-mintavételezés bokrosodásban, szárba indulásban, kalászozásban, virágzásban és teljes érésben történt, átlagosan 20 naponként, IV. 20—VII. 10. között, parcellánként 4—4 folyóméter növényi anyag felhasználásával. A növényi mintákban meghatároztuk az N, P, K% tartalmakat és a súlyukat is megmértük. Megállapításainkat a következőkben foglalhatjuk össze:

1. A száraz anyag felhalmozódása a tenyészidő folyamán többé-kevésbé kiegyenlített és az aratásig tart.

2. A növény NPK%-a a bokrosodás idején a legnagyobb, amely a száraz anyag felhalmozódásával csökkenő tendenciát mutat, hígul. A virágzástól az érésig tartó generatív szakaszban a N- és P-koncentrációja ismét enyhén emelkedik az összes földfeletti növényre vetítve, míg a K-tartalom tovább süllyed. A bokrosodáskori %-os tápelemtartalmakat 100-nak véve, az aratás idejére a P 48, a N 37, a K 22%-ra esik vissza.

3. A tápanyagfelvételt tekintve megállapítható, hogy a N és a P hasonló tendenciákat mutat. A szárba indulásban vette fel a növény az összes N- és P-tartalmának megközelítően felét, majd az N- és P-felhalmozása mérsékelten tovább tart egészen az aratásig.

A kálium felvétele eltér az előbbi két elem felvételétől. A szárba indulás alatti 20 nap folyamán, az aratáskori teljes K-mennyisége — kereken 70 kg/ha — halmozódott fel a növényben. Ekkor érte el a földfeletti növényi rész összes K-tartalmának maximumát, későbbi fenofázisokban egészen az aratásig a K-tartalom folyamatosan, mintegy 1/3-ával csökken.

4. A talaj javuló PK-ellátottsága, illetve a P- és K-műtrágyázás hatására kimutathatóan nőtt a talaj könnyen oldható PK-tartalma. Az 1 mg% AL-oldható P_2O_5 , illetve K_2O -tartalom fajlagos növekedéséhez mintegy 100 kg P_2O_5 , illetve 150 kg K_2O műtrágya-hatóanyagra volt szükség hektáronként.

5. A PK-műtrágyázás hatására a szárba indulástól az érésig jelentősen, mintegy 20—40%-kal nőtt a szárazanyag-termelés, azonban a felhalmozás általános menetét ez lényegesen nem befolyásolta. Hasonló tendenciát figyelhettünk meg a N-felvételben. A maximális adagú PK-műtrágyázás a PK-kontrollhoz viszonyítva 30—40%-kal növelte a zöld növények P% és mintegy 40—60%-kal a K% tartalmát. Ez a növekedés az aratás idejére mintegy felére esett vissza mindkét elemnél.

6. A vizsgált tápelemarányok mind a tenyészidő, mind a PK-műtrágyázás hatására változtak. Míg az N/P és N/K arányokat elsősorban a műtrágyázás, addig a K/P arányát lényegében a tenyészidő módosította.

7. A kísérletben vizsgált őszi búza fajlagos NPK-tartalma — 10 q szem és a hozzátartozó szalma melléktermékek összes tápanyagtartalma — 31 kg N, 4 kg P, 16 kg K volt átlagosan. A PK-műtrágyázás a fajlagos P- és K-tartalmakat 20—30%-kal módosította, növelte (8—11 kg P_2O_5 , illetve 13—18 kg K_2O között, P_2O_5 és K_2O -ban kifejezve).

Az N : P : K aránya megközelítően 8 : 1 : 4 körül alakult az összes földfeletti növényben. Növekvő terméseink a N-műtrágyák iránti hatványozottabb igényre hívják fel a figyelmet a jövőben.

Irodalom

- [1] CERLING, V. V.: A növények táplálkozásának diagnosztikája a fejlődési fázisok szerint. *Nemzetközi Mezőgazd. Szemle.* **20.** (1) 25–31. 1976.
- [2] HEYLAND, K. U.: Über die Bedeutung der Ernährung in verschiedenen Entwicklungsstadien für den Ertrag der Sommergerste. *Z. Acker- u. Pflanzenbau.* **113.** 41–65. 1961.
- [3] KÁDÁR, I.: A foszfor műtrágyázás hatékonysága különböző foszforellátottságú talajon. *A mezőgazdaság kemizálása. IV. Ankét Keszthely.* **1.** 141–147. 1974.
- [4] KAZÓ, B. & LÁSZTITY, B.: A nagyadagú foszfor és kálium műtrágyázás talajra gyakorolt hatásának vizsgálata karbonátos homoktalajon. *Növénytermelés.* **27.** 1978. (Megjelenés alatt).
- [5] KLECKOVSKIJ, V. M. & PETERBURGSZKIJ, A. V.: *Agrohimiya.* Izdatelsztvo „Kolosz”. Moszkva. 1964.
- [6] LÁSZTITY, B., KÁDÁR, I. & ELEK, É.: A foszfor és kálium műtrágyázás növényre gyakorolt hatásának vizsgálata karbonátos homokon. *Agrokémia és Talajtan.* **27.** 130–140. 1978.
- [7] LÁSZTITY, B. & KÁDÁR, I.: Adatok a feltöltő PK-műtrágyázás vizsgálatához barna erdőtalajon. *Agrokémia és Talajtan.* **27.** 119–129. 1978.
- [8] MENGEL, K.: A növények táplálkozása és anyageséréje. *Mezőgazd. Kiadó.* Budapest. 1976.
- [9] MENGEL, K. & FORSTER, H.: Der Einfluss einer zeitlich variierten, unterbrochenen K-Ernährung auf Ertrag — und Qualitätsmerkmale von Gerste. *Z. Acker- u. Pflanzenbau.* **127.** 317–326. 1968.
- [10] PRIMOST, E.: Die Düngung im Getreidebau. Weizen In: *Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung.* 174–238. Ed.: SCHARRER, K. & LINSER, M. Springer. Verlag. Wien. 1965.
- [11] SARKADI, J. & KÁDÁR, I.: The Interaction Between Phosphorus Fertilizer Residues and Fresh Phosphate Dressings in a Chernozem Soil. *Agrokémia és Talajtan.* **23.** Suppl. 93–100. 1974.
- [12] SARKADI, J., KRÁMER, M. & THAMM, F.-NÉ: Kalcium- és ammóniumlaktátos talajki- vonatok P-tartalmának meghatározása aszkorbinsav ónkloridos módszerrel melege- gítés nélkül. *Agrokémia és Talajtan.* **14.** 75–82. 1965.
- [13] SCHARRER, K. & MENGEL, K.: Aufnahme und Verteilung der Kationen Ca, Mg, K und Na in der Pflanze bei variiert K- und Mg-Düngung sowie bei extraradikaler K- Versorgung. *Plant and Soil.* **12.** 377–396. 1960.
- [14] SHARMA, B. L. & RAJAT, DE: Pattern of dry matter accumulation and nutrient yield in tall and dwarf varieties of wheat in relation to nitrogen and phosphorus fertilization. *Proc. Ind. Nat. Sci. Akad. B.* **38.** 719–726. 1973.

Érkezett: 1977. december 28.

Accumulation of Dry Matter and Nutrient Uptake of Winter Wheat in a Field Experiment

B. LÁSZTITY and I. KÁDÁR

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

The accumulation of dry matter and the nutrient uptake of winter wheat were studied in a field experiment during the vegetation period at different levels of PK fertilizers. The test plant was the intensive sowjet wheat sort “Jubilejnaja 50”. Samples were taken at the stage of tillering, shooting, ear-emergence, flowering and full ripening in the average every 20 days (between the 20th April and the 10th July) using the plants grown on 4 metres per parcel. The N, P, K content (%) of the samples were determined and their weight registered.

The conclusions are given as follows:

1. The accumulation of dry matter was during the vegetation period more or less balanced and was continued till harvest time. However this relative balance covers great differences, in as much in the stage of shooting — from April 20. till May 10. — 1/3 of the total dry matter was formed and compared with the condition 20 days earlier a 5,6fold increase in the quantity of dry matter could be detected (Table 2.).

2. The N-, P-, K-content (%) of the wheat was at the time of tillering the highest and showed a sinking tendency with the accumulation of the dry matter, i.e. it diluted. During the generative period from flowering till ripening increased the N- and P-content of the above-ground plant material somewhat, while the K-content was decreasing continually. Taking the percental contents of nutrient matter at the time of tillering for a 100, the P-content decreased to 48, the N-content to 37, the K-content to 22% at harvest time (Fig. 2.).

3. Similar tendencies are observable in N- and P-uptake. During shooting the plants took up approximately the half of the total N- and P-contents. Later on the uptake continued moderately till ripening. It must be mentioned that the nutrient content of the roots had not been determined therefore it cannot be said, in what way the N- and P-content of the plant parts above the ground increased during the generation period: either by "dilution" of the nutrient content of the roots, or by taking up from the soil. Both processes could be of the same importance.

The K-uptake differs from that of the earlier mentioned two elements. During the 20 days of shooting the accumulation of the total K-content has taken place — i.e. about 70 kg K/ha. At this time the total K-content reached its maximum, in the following phenophases the K-content decreased continually until harvest time by 1/3 of its value.

The demand on the environmental conditions (water, nutrients, etc.) is the highest in this period. Just during the period of shooting great nutrient effects can be observed in field experiments, which disappear later on. The process of shooting increased — under our experimental conditions — the uptake of N by 3–4 times, that of P and K by 4–5 times and the accumulation of the dry matter by 5–6 times compared with the earlier condition. The intensity of the nutrient uptake by the roots is at this time a high multiple of the one observed in the following phenophases, for the root system of the young seedlings has not yet attained full growth and has not penetrated deep in the soil (Tables 3., 4. and 5.).

4. Because of the better PK-supply of the soil and the PK-fertilization, resp., the easily soluble PK-content of the soil has noticeable increased. To raise the AL-soluble P_2O_5 - and K_2O -content by 1 mg% about 100 kg P_2O_5 and 150 kg K_2O resp. in the form of fertilizers were needed per hectare (Table 1.).

5. As an effect of PK-fertilization the production of dry matter increased by 20–40% from shooting till ripening. However this phenomenon did not influence the general process of accumulation noticeable. A similar tendency could be observed in the N-uptake. The highest dosis of PK-fertilizers increased the P% contents of the fresh plants by 30–40 % and the K% content by 40–60% compared with the untreated plots. At harvest time this difference diminished to the half. Thus during the latter growth the effect of PK-fertilization got balanced to a certain degree.

6. The nutrient ratios changed by the effect of the vegetation period, as well as by that of the PK-fertilization. While the ratios N/P and N/K were mainly modified by fertilization, the K/P-ratio was influenced essentially by the vegetation period (Table 6.).

7. The specific NPK-content of the winter wheat in the experiment — i.e. the total nutrient content of 10 q grain (= 1 t grain) + that of the by-products — was in the average 31 kg N, 4 kg P and 16 kg K. The PK-fertilization increased the specific P- and K-content by 20–30% (i.e. the specific P_2O_5 -content raised to 8–11 kg, the specific K_2O -content to 13–18 kg, resp.).

The N : P : K ratio was approximately 8 : 1 : 4 in the plant parts above the ground. The increasing yields draw our attention to the growing demand for N-fertilizers. (Table 7.)

Table 1. Changes of the AL-soluble PK-content of the soil according to the fertilizer treatments (Sampling after the harvest in 1976.) (1) Given fertilizer, kg/ha. (2) Recovered. (3) Increase.

Table 2. Dry matter accumulation of winter wheat during the vegetation period. (Dry matter q/ha, 1976). (1) Given fertilizer, kg/ha. (2) Fresh plants. (3) Harvest. (4) Tillering. (5) Shooting. (6) Ear-emergence. (7) Flowering. (8) Grain. (9) Straw. (10) Total.

Table 3. Average N% content and uptake of winter wheat during the vegetation period, 1976. Markings see: Table 2. calculated for 86% dry matter content.

Table 4. Changes in the P% content of the winter wheat and in the P-amount taken up by the plants during the vegetation period, 1976. Markings see: Table 3

Table 5. Changes in the K% content of the winter wheat and in the K-amount taken up by the plants during the vegetation period, 1976. Markings see: Table 3.

Table 6. Changes in the N/P-, K/P- and N/K-ratios, resp. of the winter wheat during the vegetation period, 1976. Markings see: Table 2.

Table 7. Specific NPK-content of winter wheat at harvest time as affected by fertilization (i.e. nutrient content of 10 q (= 1 t) air dry grain + their by-products (straw). (1) Given fertilizer, kg/ha. (2) Taken up by the plants, kg/ha.

Fig. 1. Dry matter accumulation and NPK-uptake of winter wheat during the vegetation period. (Quantity at harvest time in per cent.) Abscisse: Tillering, 20. April.; Shooting, 10. May; Ear-emergence, 29. May; Flowering, 18. June; Harvest, 10. July.

Fig. 2. Changes in the N, P and K% content of winter wheat during the vegetation period (calculated for 86% dry matter content). Abscisse: for the markings see Fig. 1.

Über die Anhäufung der Trockensubstanz und die Nährstoffaufnahme bei Winterweizen in einem Feldversuch

B. LÁSZTITY und I. KÁDÁR

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrilkulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

Die Anhäufung der Trockensubstanz und die Nährstoffaufnahme bei Winterweizen wurde in einem Feldversuch während der Vegetationszeit bei verschiedenen PK-Düngerstufen untersucht. Als Testpflanze diente die intensive sowjetische Weizensorte »Jubilejnaja 50«. Die Pflanzenproben wurden zur Zeit der Bestockung, des Schossens, des Ährenschießens, der Blüte und der Vollreife genommen, und zwar durchschnittlich alle 20 Tage zwischen dem 20. April und dem 10. Juli. Für eine Probe wurden je 4 Meter Pflanzenmaterial pro Parzelle verwendet. In den Pflanzenproben wurde der prozentuelle NPK Gehalt bestimmt und auch ihr Gewicht gemessen.

Unsere Feststellungen können folgendermassen zusammengefasst werden:

1. Die Anhäufung der Trockensubstanz ist binnen der Vegetationszeit mehr oder weniger ausgeglichen und dauert bis zur Ernte. Diese relative Ausgeglichenheit verbirgt aber grosse Unterschiede, indem vom 20. April–10. Mai, zur Zeit des Schossens nahezu 1/3 der sich bis zur Ernte bildenden Trockensubstanz, und im Verhältnis zu dem 20 Tage früheren Zustand um das 5,6fache mehr desselben angehäuft hat (Tab. 2.).

2. Der NPK% Gehalt der Pflanze ist zur Zeit der Bestockung am höchsten und weist parallel zur Anhäufung der Trockensubstanz eine sinkende Tendenz auf, mit anderen Worten, er wird »verdünnt«. In der generativen Periode, von der Blüte bis zur Reife steigt die N- und P-Konzentration auf die gesamten, über der Bodenoberfläche wachsenden Pflanzenteile berechnet, leicht an, während der K-Gehalt auch weiterhin sinkt. Die prozentuellen Nährstoffgehalte zur Zeit der Bestockung für 100 genommen, fällt P auf 48%, N auf 37% und K auf 22% bis zur Zeit der Ernte zurück (Abb. 2.).

3. Die N- und P-Aufnahme weist ähnliche Tendenzen auf. Beim Schossen hat die Pflanze annähernd die Hälfte des gesamten N- und P-Gehaltes aufgenommen, danach hält die Anhäufung von N und P bis zur Ernte gemässigt weiter an. Es muss erwähnt werden, dass der Nährstoffgehalt der Wurzeln nicht untersucht worden ist, weshalb nicht entschieden werden kann, auf welche Weise der N und P Gehalt der Pflanzenteile über dem Boden in der generativen Periode zugenommen hat. Eine gleiche Rolle kann sowohl die »Verdünnung« der Nährstoffe der Wurzeln, wie auch die Aufnahme aus dem Boden gespielt haben.

Die Aufnahme des K weicht von der Aufnahme der beiden ersteren Elemente ab. Während der 20 Tage des Schossens hat sich in der Pflanze die gesamte Menge des K der Erntezeit – rund 70 kg K/ha – angehäuft. Zu diesem Zeitpunkt hat der gesamte K-Gehalt in den Pflanzenteilen über dem Boden sein Maximum erreicht, in späteren Phasen ganz bis zur Ernte senkt sich der K-Gehalt ununterbrochen bis zu etwa 2/3 des maximalen Wertes.

Die den Umweltbedingungen (Wasser, Nährstoffe, usw.) gegenüber gestellten Anforderungen sind auch zu diesem Zeitpunkt die höchsten, gerade zur Zeit des Schossens können im Feld grosse Nährstoffwirkungen beobachtet werden, die im Laufe der späteren Entwicklung oft verschwinden, bzw. sich ausgleichen. Das Schossen hat im Vergleich zum

früheren Zustand — unter unseren Versuchsverhältnissen — die Aufnahme des N um das 3–4fache, diejenige des P–K um das 4–5fache, bzw. die Anhäufung der Trockensubstanz um das 5–6fache erhöht. Die Intensität der Nährstoffaufnahme der Wurzeln trägt zu diesem Zeitpunkt ein Vielfaches des in den späteren Phenophasen zu beobachtenden, da das Wurzelsystem der Pflänzchen noch unentwickelt ist und in den Boden nicht tief eindringen kann (Tab. 3., 4., 5.).

4. Infolge der sich bessernden PK-Versorgtheit des Bodens, bzw. infolge der P- und K-Düngung hat der leichtlösliche PK-Gehalt des Bodens nachweisbar zugenommen. Um den AL-löslichen P_2O_5 - bzw. K_2O -Gehalt um 1 mg% zu erhöhen wurden 100 kg P_2O_5 , bzw. 150 kg K_2O Mineraldünger-Wirkstoff pro Hektar benötigt (Tab. 1.).

5. Infolge der PK-Düngung nahm die Trockensubstanzproduktion vom Schossen bis zur Reife um ca. 20–40% zu. Dies hat aber den allgemeinen Ablauf der Anhäufung nicht wesentlich beeinflusst. Eine ähnliche Tendenz konnte in der Aufnahme von N beobachtet werden. Die maximale PK-Düngung erhöhte im Verhältnis zur PK-Kontrolle den P% Gehalt der grünen Pflanzen um 30–40% und den K% Gehalt um 40–60%. Diese Zunahme ist bei beiden Elementen bis zur Erntezeit auf ungefähr die Hälfte zurückgefallen, es hat sich also im Verlauf der späteren Entwicklung die diesbezügliche Wirkung der PK-Düngung bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen.

6. Die untersuchten Nährstoffproportionen haben sich infolge der Vegetationsdauer wie auch der PK-Düngung geändert. Während die Proportionen N/P und N/K in erster Linie durch die Düngung modifiziert wurden, geschah dies bei dem Verhältnis K/P wesentlich durch die Vegetationsdauer (Tab. 6.).

7. Der spezifische NPK-Gehalt des untersuchten Winterweizens — d. h. der gesamte Nährstoffgehalt von 10 dt Korn und den dazugehörigen Nebenprodukten — betrug durchschnittlich 31 kg N, 4 kg P und 16 kg K. Die PK-Düngung erhöhte die spezifischen P und K-Gehalte um 20–30% (8–11 kg P_2O_5 , bzw. 13–18 kg K_2O).

Die Proportion N : P : K betrug annähernd 8 : 1 : 4 in allen Pflanzenteilen oberhalb des Bodens. Die ansteigenden Erträge rufen unsere Aufmerksamkeit auf einen gesteigerten N-Dünger Anspruch in der Zukunft auf (Tab. 7.).

Tab. 1. AL-löslicher P–K-Gehalt des Bodens in den einzelnen Varianten (Probenahme nach der Ernte im Jahr 1976). (1) Dem Boden zugeführt, kg/ha. (2) Wiedergefunden. (3) Überschuss (Differenz).

Tab. 2. Anhäufung der Trockensubstanz im Winterweizen während der Vegetationszeit (Trockensubstanz dt/ha, 1976). (1) Dem Boden zugeführt, kg/ha. (2) Grüne Pflanzen. (3) Ernte. (4) Bestockung. (5) Schossen. (6) Ährenschieben. (7) Blüte. (8) Korn. (9) Stroh. (10) Insgesamt.

Tab. 3. Durchschnittlicher Gehalt und Aufnahme an N (%) durch den Winterweizen während der Vegetationszeit, 1976. Bezeichnungen s. Tab. 2. auf 86% Trockensubstanz berechnet.

Tab. 4. Änderung des P% Gehaltes und der aufgenommenen P-Menge beim Winterweizen während der Vegetationszeit, 1976. Bezeichnungen s. Tab. 3.

Tab. 5. Änderung des K% Gehaltes und der aufgenommenen K-Menge beim Winterweizen während der Vegetationszeit, 1976. Bezeichnungen s. Tab. 3.

Tab. 6. Änderungen in den Proportionen N/P, K/P und N/K während der Vegetationszeit, 1976. Bezeichnungen s. Tab. 2.

Tab. 7. Gestaltung des spezifischen NPK-Gehaltes von Winterweizen durch Düngung zur Erntezeit. (Nährstoffgehalt von 10 dt lufttrockenem Korn und den dazugehörigen Nebenprodukten). (1) Dem Boden zugeführt, kg/ha. (2) Durch die Pflanze aufgenommen, kg/ha.

Abb. 1. Anhäufung von Trockensubstanz und Aufnahme von NPK durch den Winterweizen während der Vegetationsperiode (Mengen zur Erntezeit in %.) Abszisse: Bestockung 20. April; Schossen 10. Mai; Ährenschieben 29. V.; Blüte 18. Juni; Ernte 10. Juli.

Abb. 2. Gestaltung des N-, P- und K-Gehaltes (%) von Winterweizen während der Vegetationsperiode (für 86% Trockensubstanzgehalt berechnet). Abszisse: Bezeichnungen s. Abb. 1.

Изучение в полевых опытах накопления сухого вещества в пшенице и усвоения питательных веществ

Б. ЛАСТИТЬ и И. КАДАР

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии ВАН, Будапешт

Резюме

В полевых опытах по внесению минеральных удобрений, на различных уровнях РК изучали накопление сухого вещества в пшенице и усвоение питательных веществ растениями за период вегетации. Подопытным растением являлся советский интенсивный сорт пшеницы Юбилейная 50. Образцы растений брали в стадии кущения, выхода в трубку, колошения, цветения и в фазе полной спелости, в среднем через каждые 20 дней между 20. IV. и 10. VII. используя растительный материал 4-4 погонных метров поделочно. В растительных образцах определили содержание N, P, K в % и измерили вес растений.

Результаты проведенных опытов позволили сделать следующие выводы:

1. Накопление сухого вещества за вегетационный период более-менее выравненное и продолжается до уборки. Это относительная выровненность скрывает значительные расхождения, поскольку накопление сухого вещества в стадии выхода в трубку между 20. IV. и 10. V., составляло 1/3 от сухой массы образованной до уборки и в 5,6 раз превосходило массу, измеренную за 20 дней перед выходом в трубку (Табл. 2).

2. Самое высокое процентное содержание в растении NPK наблюдали в стадии кущения, которое с накоплением сухого вещества показывает снижающуюся тенденцию. В генеративном периоде от цветения до спелости, в пересчете на надземную часть растения, концентрация NP немного увеличивается, в то время как содержание калия снижается. Принимая за 100 процентов содержание питательных элементов в стадии кущения, содержание P ко времени уборки снижается до 48%, азота до 37% и калия до 22%-ов (Рисунок 2).

3. В отношении усвоения питательных веществ можно установить, что азот и фосфор показывают сходную тенденцию. Растения в стадии выхода в трубку усвоили приблизительно половину общего содержания азота и фосфора и накопление в растении этих элементов умеренно продолжалось вплоть до уборки. Необходимо заметить, что содержание питательных веществ в корневой системе не определяли, поэтому нельзя решить каким путем увеличивалось содержание азота и фосфора в надземной части растений в генеративном периоде. В этом случае одинаковую роль могут играть и разжижение корней, и усвоение из почвы.

Усвоение калия отличается от усвоения двух вышеуказанных элементов. За двадцать дней до выхода в трубку растение усвоило полное количество калия т. е. 70 кг/га. В это время надземная часть показывает максимальное содержание калия, в более поздних стадиях вплоть до уборки содержание калия в растениях снизилось примерно на одну треть.

В это время потребность в воде и питательных веществах самая высокая, именно в стадии выхода в трубку в полевых условиях наблюдали самое большое влияние, оказываемое питательными элементами, которое позже в ходе развития растений часто исчезает, выравнивается. В условиях опыта в стадии выхода в трубку усвоение азота было в 3—4 раза больше, РК в 4—5 раз и накопление сухого вещества в 5—6 раз больше по сравнению с более поздними стадиями развития. В это время интенсивность усвоения корнями питательных веществ в несколько раз выше по сравнению с более поздними фенофазами, поскольку корневая система еще слабо развитая и корни не проникают глубоко в почву (Таблицы 3., 4., 5.).

4. Под влиянием улучшающейся обеспеченности почвы РК или под влиянием внесения фосфорных и калийных минеральных удобрений наблюдали увеличение содержания в почве легкорастворимых РК. Для повышения содержания АЛ-растворимого P_2O_5 или K_2O на 1 мг% требовалось 150 кг/га K_2O или 100 кг/га P_2O_5 (Таблица 1.).

5. Под влиянием внесения РК минеральных удобрений от стадии выхода в трубку до полной спелости продукция сухого вещества увеличилась на 20—40%, но внесение этих удобрений не влияло в значительной мере на общий ход накопления сухого вещества. Подобную тенденцию наблюдали и в усвоении азота. Максимальные дозы РК минеральных удобрений по сравнению с контролем на 30—40% увеличили содержание P% в зеле-

ных растениях и на 40—60% содержание К%. Это увеличение до времени уборки для этих двух элементов снизилось, т. е. в более поздних стадиях развития растений подобное влияние РК минеральных удобрений до некоторой степени выровнялось.

6. Соотношения изученных питательных элементов изменялось как в продолжении вегетационного периода, так и под влиянием внесения РК минеральных удобрений. Соотношения N/P и N/K изменялись в первую очередь под влиянием минеральных удобрений, соотношение К/P изменялось в продолжении вегетационного периода (Таблица 6.).

7. Удельное содержание NPK в подопытной пшенице — общее содержание питательных элементов в 10 ц зерна и побочных продуктах соломы — в среднем составляло 31 кг элементарных азота, 4 кг фосфора и 16 кг калия. РК минеральные удобрения увеличили удельное содержание P и K на 20—30% (8—11 кг P_2O_5 или 13—18 кг K_2O , выраженные в P_2O_5 и K_2O).

Соотношение N : P : K во всей надземной части растения составляло примерно 8 : 1 : 4. Мы обращаем внимание на увеличивающуюся потребность в азоте повышающихся урожаев (Таблица 7.).

Табл. 1. Содержание АЛ-РК в почве на различных вариантах (Взятие образцов в 1976 году после уборки). (1) Внесенные в почву кг/га. (2) Определенные в почве. (3) Прибавка.

Табл. 2. Накопления сухого вещества озимой пшеницы за вегетационный период. (Сухое вещество ц/га, 1976.) (1) Внесенные в почву кг/га. (2) Зеленое растение. (3) Уборка. (4) Кушение. (5) Выход в трубку. (6) Колошение. (7) Цветение. (8) Зерно. (9) Солома. (10) Всего.

Табл. 3. Среднее процентное содержание азота в озимой пшенице и усвоение азота в продолжении вегетационного периода, 1976 год. Обозначения смотри в таблице 2. * в пересчете на 86% сухое вещество.

Табл. 4. Изменение процентного содержания P в озимой пшенице и количества усвоенного фосфора за вегетационный период, 1976 г. Обозначения смотри в таблице 3.

Табл. 5. Изменение процентного содержания K в озимой пшенице и количества усвоенного калия за вегетационный период, 1976. Обозначения смотри в таблице 3.

Табл. 6. Изменение соотношения N/P, K/P и N/K в озимой пшенице за вегетационный период, 1976. Обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 7. Формирование удельного содержания NPK в озимой пшенице во время уборки под влиянием внесения минеральных удобрений (содержание питательных элементов в 10 ц воздушносухого зерна и остатках соломы). (1) Внесенные в почву в кг/га. (2) Усвоенные растением кг/га.

Рис. 1. Накопление сухого вещества озимой пшеницы (1) и усвоение NPK растениями за период вегетации (в % от количества, определенного во время уборки). По горизонтальной оси: кушение, 20. IV; выход в трубку, 10. V; колошение 29. V; Цветение 18. VI; уборка, 10. VII.

Рис. 2. Изменение процентного содержания азота, фосфора и калия в озимой пшенице за вегетационный период (в пересчете на 86% сухое вещество). По горизонтальной оси — смотри на рисунке 1.